

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/017560

International filing date: 26 November 2004 (26.11.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2003-402473  
Filing date: 02 December 2003 (02.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 27 January 2005 (27.01.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

26.11.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年 1 2 月    2 日  
Date of Application:

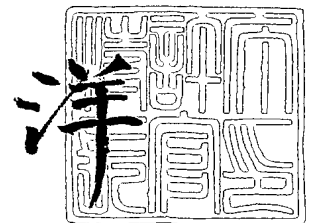
出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 4 0 2 4 7 3  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 3 - 4 0 2 4 7 3 ]

出      願      人            三 菱 重 工 業 株 式 有 限 公 司  
Applicant(s):

2 0 0 5 年    1 月 1 3 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 200301331  
【提出日】 平成15年12月 2日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 F02C 9/00  
【発明者】  
    【住所又は居所】 兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 1 番 1 号 三菱重工業株式会社  
                        高砂製作所内  
    【氏名】 田中 聡史  
【発明者】  
    【住所又は居所】 兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 1 番 1 号 三菱重工業株式会社  
                        高砂製作所内  
    【氏名】 森元 敏光  
【発明者】  
    【住所又は居所】 兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 1 番 1 号 三菱重工業株式会社  
                        高砂製作所内  
    【氏名】 永田 承一  
【発明者】  
    【住所又は居所】 兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 1 番 1 号 三菱重工業株式会社  
                        高砂製作所内  
    【氏名】 外山 浩三  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000006208  
    【氏名又は名称】 三菱重工業株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100078499  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 光石 俊郎  
    【電話番号】 03-3583-7058  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100074480  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 光石 忠敬  
    【電話番号】 03-3583-7058  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100102945  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 田中 康幸  
    【電話番号】 03-3583-7058  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100120673  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 松元 洋  
    【電話番号】 03-3583-7058  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 020318  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1

【物件名】  
【物件名】

図面 1  
要約書 1

## 【書類名】特許請求の範囲

## 【請求項 1】

円環状に配置された複数個の燃焼器の燃焼ガスのブレードパス温度を、タービンブレード出口に少なくとも前記燃焼器の個数と同数で円環状に配置された温度センサによって計測し、これらの温度センサのブレードパス温度計測値に基づいてガスタービン保護信号を出力するガスタービン保護装置において、

前記ブレードパス温度計測値の平均値と、各温度センサのブレードパス温度計測値との差を演算して、各温度センサのブレードパス温度偏差を求める温度偏差演算部と、

この温度偏差演算部で演算した各温度センサのブレードパス温度偏差に基づき、各温度センサのブレードパス温度偏差変化量を演算する温度偏差変化量演算部と、

この温度偏差変化量演算部で演算した各温度センサのブレードパス温度偏差変化量と、ブレードパス温度偏差変化量大設定値とを比較して、各温度センサのブレードパス温度偏差変化量が前記ブレードパス温度偏差変化量大設定値を越えたときにブレードパス温度偏差変化量大信号を出力する温度偏差変化量大判定部と、

前記温度偏差変化量演算部で演算した各温度センサのブレードパス温度偏差変化量と、前記ブレードパス温度偏差変化量大設定値よりも小さいブレードパス温度偏差変化量有設定値とを比較して、各温度センサのブレードパス温度偏差変化量が前記ブレードパス温度偏差変化量有設定値を越えたときにブレードパス温度偏差変化量有信号を出力する温度偏差変化量有判定部と、

何れかの温度センサのブレードパス温度偏差変化量が前記ブレードパス温度偏差変化量大設定値を越えて前記温度偏差変化量大判定部からブレードパス温度偏差変化量大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側の温度センサの何れかのブレードパス温度偏差変化量が前記ブレードパス温度偏差変化量有設定値を越えて前記温度偏差変化量有判定部からブレードパス温度偏差変化量有信号が出力されたとき、前記ガスタービン保護信号を出力する保護信号出力部とを有することを特徴とするガスタービン保護装置。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載のガスタービン保護装置において、

前記保護信号出力部は、前記温度偏差変化量大判定部から出力されるブレードパス温度偏差変化量大信号が OFF する時間を遅延させる第 1 のオフディレイタイマ部と、

前記温度偏差変化量有判定部から出力されるブレードパス温度偏差変化量有信号が OFF する時間を遅延させる第 2 のオフディレイタイマ部とを有することを特徴とするガスタービン保護装置。

## 【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載のガスタービン保護装置において、

前記保護信号出力部では、前記何れかの温度センサのブレードパス温度偏差変化量が前記ブレードパス温度偏差変化量大設定値を越えて前記温度偏差変化量大判定部からブレードパス温度偏差変化量大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側の温度センサの何れかがレンジオーバーとなったときにも、前記ガスタービン保護信号を出力することを特徴とするガスタービン保護装置。

## 【請求項 4】

円環状に配置された複数個の燃焼器の燃焼ガスのブレードパス温度を、タービンブレード出口に少なくとも前記燃焼器の個数と同数で円環状に配置された温度センサによって計測し、これらの温度センサのブレードパス温度計測値に基づいてガスタービン保護信号を出力するガスタービン保護装置において、

前記ブレードパス温度計測値の平均値と、各温度センサのブレードパス温度計測値との差を演算して、各温度センサのブレードパス温度偏差を求める温度偏差演算部と、

この温度偏差演算部で演算した各温度センサのブレードパス温度偏差と、ブレードパス温度偏差大設定値とを比較して、各温度センサのブレードパス温度偏差が前記ブレードパス温度偏差大設定値を越えたときにブレードパス温度偏差大信号を出力する温度偏差大判

定部と、

前記温度偏差演算部で演算した各温度センサのブレードパス温度偏差と、前記ブレードパス温度偏差大設定値よりも小さいブレードパス温度偏差有設定値とを比較して、各温度センサのブレードパス温度偏差が前記ブレードパス温度偏差有設定値を越えたときにブレードパス温度偏差有信号を出力する温度偏差有判定部と、

何れかの温度センサのブレードパス温度偏差が前記ブレードパス温度偏差大設定値を越えて前記温度偏差大判定部からブレードパス温度偏差大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側の温度センサの何れかのブレードパス温度偏差が前記ブレードパス温度偏差有設定値を越えて前記温度偏差有判定部からブレードパス温度偏差有信号が出力されたとき、前記ガスタービン保護信号を出力する保護信号出力部とを有することを特徴とするガスタービン保護装置。

#### 【請求項 5】

請求項 4 に記載のガスタービン保護装置において、

前記温度偏差演算部で演算したブレードパス温度偏差に基づき、各温度センサのブレードパス温度偏差変化量を演算する温度偏差変化量演算部と、

この温度偏差変化量演算部で演算した各温度センサのブレードパス温度偏差変化量と、ブレードパス温度偏差変化量有設定値とを比較して、各温度センサのブレードパス温度偏差変化量が前記ブレードパス温度偏差変化量有設定値を越えたときにブレードパス温度偏差変化量有信号を出力する温度偏差変化量有判定部とを有し、

前記保護信号出力部では、前記何れかの温度センサのブレードパス温度偏差が前記ブレードパス温度偏差大設定値を越えて前記温度偏差大判定部からブレードパス温度偏差大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側の温度センサの何れかのブレードパス温度偏差変化量が前記ブレードパス温度偏差変化量有設定値を越えて前記温度偏差変化量有判定部からブレードパス温度偏差変化量有信号が出力されたときにも、前記ガスタービン保護信号を出力することを特徴とするガスタービン保護装置。

#### 【請求項 6】

請求項 4 又は 5 に記載のガスタービン保護装置において、

前記保護信号出力部は、前記温度偏差変化量有判定部から出力されるブレードパス温度偏差変化量有信号が OFF する時間を遅延させるオフディレイタイマ部を有することを特徴とするガスタービン保護装置。

#### 【請求項 7】

請求項 4, 5 又は 6 に記載のガスタービン保護装置において、

前記保護信号出力部では、前記何れかの温度センサのブレードパス温度偏差が前記ブレードパス温度偏差大設定値を越えて前記温度偏差大判定部からブレードパス温度偏差大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側の温度センサの何れかがレンジオーバーとなったときにも、前記ガスタービン保護信号を出力することを特徴とするガスタービン保護装置。

## 【書類名】 明細書

【発明の名称】 ガスタービン保護装置

## 【技術分野】

【0001】

本発明はガスタービン保護装置に関する。

## 【背景技術】

【0002】

ガスタービンは、円環状に配設された複数の燃焼器を有しており、これらの燃焼器の燃焼ガスをタービン本体のタービンプレード（静翼及び動翼）部分に流すことによって、タービン本体を回転させる構成となっている。そして、このガスタービンの運転中には全て燃焼器が正常に動作する必要がある。

【0003】

このため、ガスタービンの運転中には1つ又はそれ以上の燃焼器に失火や燃料噴射ノズルのつまりなどの異常が発生しているか否かを常に監視し、燃焼器に異常が発生したと判断した場合には即座にガスタービンを自動停止又はトリップさせて、ガスタービンを保護する必要がある。

【0004】

このため、タービンプレード出口（燃焼ガスの流れ方向の下流側）には、燃焼器の個数と同数又はそれ以上の本数の熱電対を円環状に配置し（図1参照：詳細後述）、これらの熱電対によってタービンプレード出口における燃焼ガスの温度（ブレードパス温度）を計測するようになっている。そして、ガスタービン保護装置では、これらの熱電対のブレードパス温度計測値に基づき、ガスタービン保護信号としてガスタービン自動停止信号又はガスタービントリップ信号を出力する。ガスタービン保護装置からガスタービン自動停止信号が出力された場合、燃料供給装置では燃焼器に供給する燃料を徐々に低減して負荷を下げることによりガスタービン本体を自動停止させる。ガスタービン保護装置からガスタービントリップ信号が出力された場合、燃料供給装置では燃焼器への燃料供給を瞬時に遮断してガスタービンをトリップ（緊急停止）させる。

【0005】

仮に何れか1個の燃焼器に異常が発生した場合、当該異常燃焼器に該当するブレードパス温度のみが、他の燃焼器に該当するブレードパス温度と比較して、偏差（平均値との差）が大きくなる、もしくは、変化量（変化率）が大きくなるため、当該異常燃焼器の異常を検知することができる。そこで、ガスタービン保護装置では、何れかの熱電対のブレードパス温度計測値から得られるブレードパス温度偏差がブレードパス温度偏差大設定値を越えたとき、もしくは前記ブレードパス温度偏差の変化量がブレードパス温度偏差変化量大設定値を越えたときにガスタービン自動停止信号又はガスタービントリップ信号を出力するインターロックロジックを有している。

【0006】

なお、各燃焼器の燃焼ガスのブレードパス温度は、各燃焼器に対応したタービンプレード出口位置において計測されるのではなく、各燃焼器からタービン本体の回転方向に燃焼器数個分だけ周方向にずれた角度のタービンプレード出口位置において計測される。このようなブレードパス温度のずれはスワール角度と称されており、負荷の大きさによって異なるが、例えば2.7個である。スワール角度が2.7個の場合、異常な燃焼器の燃焼ガスのブレードパス温度は、当該異常燃焼器に対応したタービンプレード出口位置に配置された熱電対ではなく、この熱電対から2個分又は3個分だけ周方向にずれたタービンプレード出口位置に配置された熱電対によって計測されることになる。

【0007】

特許文献1には、燃焼器の燃焼ガスのブレードパス温度をタービンプレード出口に配設した熱電対によって計測し、この熱電対のブレードパス温度計測値をガスタービン制御に用いた例が開示されている。

【0008】

【特許文献1】特開平6-264761号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、上記従来のタービン保護装置では、燃焼器が異常になった場合には確実にタービン本体を自動停止又はトリップさせて保護することができるものの、熱電対が異常になった場合には誤ってタービン本体を自動停止又はトリップさせてしまうおそれがある。即ち、熱電対の保護管（シース）が削られること、熱電対の素線間の絶縁不良が生じること、熱電対の取り付け金具が緩んで計測点が正規位置からずれることなどによって、熱電対のブレードパス温度計測値が異常になったときには、誤って、ガスタービン保護装置のインターロックが働いてタービン本体を自動停止又はトリップさせてしまうことがある。

【0010】

この対策としては、燃焼器個数の3倍の本数の熱電対を設置して、各3本の熱電対のブレードパス温度計測値の中間値を選択して、前記インターロックを作動させるという方法がある。しかしながら、燃焼器個数の3倍もの熱電対をタービンプレード出口に取り付けることは、取り付け場所的にも不可能であり、また、取り付け場所を確保できたとしてもかなりのコストがかかる。

【0011】

従って本発明は上記の事情に鑑み、熱電対など温度センサの個数を増やすことなく、燃焼器が異常のときにのみガスタービン保護信号（自動停止信号、トリップ信号）を出力することができるガスタービン保護装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

何れかの燃焼器に異常が発生した場合には、1本の熱電対のブレードパス温度計測値の変化して、他の熱電対のブレードパス温度計測値には全く変化がみられないというケースはなく、少なくとも前記1本の熱電対に隣接する熱電対のブレードパス温度計測値には必ず変化が現れる。例えば、スワール角度が2.7個であれば、当該異常燃焼器に対応する位置の熱電対から2個ずれた位置の熱電対のブレードパス温度計測値と、3個ずれた位置の熱電対のブレードパス温度計測値とに変化が発生する。これに対し、燃焼器には異常がなく、何れかの熱電対に異常が発生した場合には、当該異常熱電対のブレードパス温度計測値のみが異常に変化することになる。本発明はかかる知見に着目してなされたものであり、次のような構成を有する。

【0013】

即ち、上記課題を解決する第1発明のガスタービン保護装置は、円環状に配置された複数個の燃焼器の燃焼ガスのブレードパス温度を、タービンプレード出口に少なくとも前記燃焼器の個数と同数で円環状に配置された温度センサによって計測し、これらの温度センサのブレードパス温度計測値に基づいてガスタービン保護信号を出力するガスタービン保護装置において、

前記ブレードパス温度計測値の平均値と、各温度センサのブレードパス温度計測値との差を演算して、各温度センサのブレードパス温度偏差を求める温度偏差演算部と、

この温度偏差演算部で演算した各温度センサのブレードパス温度偏差に基づき、各温度センサのブレードパス温度偏差変化量を演算する温度偏差変化量演算部と、

この温度偏差変化量演算部で演算した各温度センサのブレードパス温度偏差変化量と、ブレードパス温度偏差変化量大設定値とを比較して、各温度センサのブレードパス温度偏差変化量が前記ブレードパス温度偏差変化量大設定値を越えたときにブレードパス温度偏差変化量大信号を出力する温度偏差変化量大判定部と、

前記温度偏差変化量演算部で演算した各温度センサのブレードパス温度偏差変化量と、前記ブレードパス温度偏差変化量大設定値よりも小さいブレードパス温度偏差変化量有設定値とを比較して、各温度センサのブレードパス温度偏差変化量が前記ブレードパス温度



偏差変化量有設定値を越えたときにブレードパス温度偏差変化量有信号を出力する温度偏差変化量有判定部と、

何れかの温度センサのブレードパス温度偏差変化量が前記ブレードパス温度偏差変化量大設定値を越えて前記温度偏差変化量大判定部からブレードパス温度偏差変化量大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側の温度センサの何れかのブレードパス温度偏差変化量が前記ブレードパス温度偏差変化量有設定値を越えて前記温度偏差変化量有判定部からブレードパス温度偏差変化量有信号が出力されたとき、前記ガスタービン保護信号を出力する保護信号出力部とを有することを特徴とする。

#### 【0014】

また、第2発明のガスタービン保護装置は、第1発明のガスタービン保護装置において、前記保護信号出力部は、前記温度偏差変化量大判定部から出力されるブレードパス温度偏差変化量大信号がOFFする時間を遅延させる第1のオフディレイタイマ部と、

前記温度偏差変化量有判定部から出力されるブレードパス温度偏差変化量有信号がOFFする時間を遅延させる第2のオフディレイタイマ部とを有することを特徴とする。

#### 【0015】

また、第3発明のガスタービン保護装置は、第1又は第2発明のガスタービン保護装置において、

前記保護信号出力部では、前記何れかの温度センサのブレードパス温度偏差変化量が前記ブレードパス温度偏差変化量大設定値を越えて前記温度偏差変化量大判定部からブレードパス温度偏差変化量大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側の温度センサの何れかがレンジオーバーとなったときにも、前記ガスタービン保護信号を出力することを特徴とする。

#### 【0016】

また、第4発明のガスタービン保護装置は、円環状に配置された複数個の燃焼器の燃焼ガスのブレードパス温度を、タービンブレード出口に少なくとも前記燃焼器の個数と同数で円環状に配置された温度センサによって計測し、これらの温度センサのブレードパス温度計測値に基づいてガスタービン保護信号を出力するガスタービン保護装置において、

前記ブレードパス温度計測値の平均値と、各温度センサのブレードパス温度計測値との差を演算して、各温度センサのブレードパス温度偏差を求める温度偏差演算部と、

この温度偏差演算部で演算した各温度センサのブレードパス温度偏差と、ブレードパス温度偏差大設定値とを比較して、各温度センサのブレードパス温度偏差が前記ブレードパス温度偏差大設定値を越えたときにブレードパス温度偏差大信号を出力する温度偏差大判定部と、

前記温度偏差演算部で演算した各温度センサのブレードパス温度偏差と、前記ブレードパス温度偏差大設定値よりも小さいブレードパス温度偏差有設定値とを比較して、各温度センサのブレードパス温度偏差が前記ブレードパス温度偏差有設定値を越えたときにブレードパス温度偏差有信号を出力する温度偏差有判定部と、

何れかの温度センサのブレードパス温度偏差が前記ブレードパス温度偏差大設定値を越えて前記温度偏差大判定部からブレードパス温度偏差大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側の温度センサの何れかのブレードパス温度偏差が前記ブレードパス温度偏差有設定値を越えて前記温度偏差有判定部からブレードパス温度偏差有信号が出力されたとき、前記ガスタービン保護信号を出力する保護信号出力部とを有することを特徴とする。

#### 【0017】

また、第5発明のガスタービン保護装置は、第4発明のガスタービン保護装置において、前記温度偏差演算部で演算したブレードパス温度偏差に基づき、各温度センサのブレードパス温度偏差変化量を演算する温度偏差変化量演算部と、

この温度偏差変化量演算部で演算した各温度センサのブレードパス温度偏差変化量と、ブレードパス温度偏差変化量有設定値とを比較して、各温度センサのブレードパス温度偏差変化量が前記ブレードパス温度偏差変化量有設定値を越えたときにブレードパス温度偏

差変化量有信号を出力する温度偏差変化量有判定部とを有し、

前記保護信号出力部では、前記何れかの温度センサのブレードパス温度偏差が前記ブレードパス温度偏差大設定値を越えて前記温度偏差大判定部からブレードパス温度偏差大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側の温度センサの何れかのブレードパス温度偏差変化量が前記ブレードパス温度偏差変化量有設定値を越えて前記温度偏差変化量有判定部からブレードパス温度偏差変化量有信号が出力されたときにも、前記ガスタービン保護信号を出力することを特徴とする。

#### 【0018】

また、第6発明のガスタービン保護装置は、第4又は第5発明のガスタービン保護装置において、

前記保護信号出力部は、前記温度偏差変化量有判定部から出力されるブレードパス温度偏差変化量有信号がOFFする時間を遅延させるオフディレイタイマ部を有することを特徴とする。

#### 【0019】

また、第7発明のガスタービン保護装置は、第4、第5又は第6発明のガスタービン保護装置において、

前記保護信号出力部では、前記何れかの温度センサのブレードパス温度偏差が前記ブレードパス温度偏差大設定値を越えて前記温度偏差大判定部からブレードパス温度偏差大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側の温度センサの何れかがレンジオーバーとなったときにも、前記ガスタービン保護信号を出力することを特徴とする。

#### 【発明の効果】

##### 【0020】

第1発明のガスタービン保護装置によれば、何れかの温度センサのブレードパス温度偏差変化量がブレードパス温度偏差変化量大設定値を越えて温度偏差変化量大判定部からブレードパス温度偏差変化量大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側の温度センサの何れかのブレードパス温度偏差変化量がブレードパス温度偏差変化量有設定値を越えて温度偏差変化量有判定部からブレードパス温度偏差変化量有信号が出力されたとき、ガスタービン保護信号を出力するため、温度センサを増やすことなく、温度センサが異常になったときに誤ってガスタービン保護信号を出力するのを防止することができ、燃焼器が異常になったときにのみガスタービン保護信号を出力してタービン本体を保護することができる。このため、安定してガスタービンを運転することが可能となる。

##### 【0021】

また、第2発明のガスタービン保護装置によれば、温度偏差変化量大判定部から出力されるブレードパス温度偏差変化量大信号がOFFする時間を遅延させる第1のオフディレイタイマ部と、温度偏差変化量有判定部から出力されるブレードパス温度偏差変化量有信号がOFFする時間を遅延させる第2のオフディレイタイマ部とを有するため、この第1のオフディレイタイマ部と第2のオフディレイタイマ部によってブレードパス温度偏差変化量大信号とブレードパス温度偏差変化量有信号の出力タイミングのずれを防止することができ、確実にガスタービン保護信号を出力することができる。

##### 【0022】

また、第3発明のガスタービン保護装置によれば、何れかの温度センサのブレードパス温度偏差変化量がブレードパス温度偏差変化量大設定値を越えて前記温度偏差変化量大判定部からブレードパス温度偏差変化量大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側の温度センサの何れかがレンジオーバーとなったときにも、ガスタービン保護信号を出力するため、前記両側の温度センサが異常でレンジオーバーになって判定不能になったときにも、ガスタービン保護信号を出力することができる。

##### 【0023】

また、第4発明のガスタービン保護装置によれば、何れかの温度センサのブレードパス温度偏差がブレードパス温度偏差大設定値を越えて温度偏差大判定部からブレードパス温

度偏差大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側の温度センサの何れかのブレードパス温度偏差がブレードパス温度偏差有設定値を越えて温度偏差有判定部からブレードパス温度偏差有信号が出力されたとき、ガスタービン保護信号を出力するため、温度センサを増やすことなく、温度センサが異常になったときに誤ってガスタービン保護信号を出力するのを防止することができ、燃焼器が異常になったときにのみガスタービン保護信号を出力してタービン本体を保護することができる。このため、安定してガスタービンを運転することが可能となる。

#### 【0024】

また、第5発明のガスタービン保護装置によれば、何れかの温度センサのブレードパス温度偏差がブレードパス温度偏差大設定値を越えて温度偏差大判定部からブレードパス温度偏差大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側の温度センサの何れかのブレードパス温度偏差変化量がブレードパス温度偏差変化量有設定値を越えて温度偏差変化量有判定部からブレードパス温度偏差変化量有信号が出力されたときにも、ガスタービン保護信号を出力するため、例えば前記隣接する両側の温度センサのブレードパス温度計測値が平均値よりも高いような場合であっても、早期にガスタービン保護信号を出力することができる。

#### 【0025】

また、第6発明のガスタービン保護装置によれば、温度偏差変化量有判定部から出力されるブレードパス温度偏差変化量有信号がOFFする時間を遅延させるオフディレイタイマ部を有するため、このオフディレイタイマ部によってブレードパス温度偏差大信号に対するブレードパス温度偏差変化量有信号の出力タイミングのずれを防止することができ、確実にガスタービン保護信号を出力することができる。

#### 【0026】

また、第7発明のガスタービン保護装置によれば、何れかの温度センサのブレードパス温度偏差がブレードパス温度偏差大設定値を越えて温度偏差大判定部からブレードパス温度偏差大信号が出力され、且つ、前記何れかの温度センサに隣接する両側の温度センサの何れかがレンジオーバーとなったときにも、ガスタービン保護信号を出力するため、前記両側の温度センサが異常でレンジオーバーになって判定不能になったときにも、ガスタービン保護信号を出力することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0027】

以下、本発明の実施の形態例を図面に基づき詳細に説明する。

#### 【0028】

図1(a)は本発明の実施の形態に係るガスタービン保護装置を備えたガスタービンの概要図、図1(b)は燃焼器と熱電対の位置関係を示す説明図(図1(a)のA方向矢視図)、図2は前記ガスタービン保護装置におけるブレードパス温度偏差変化量大のインターロックロジック図、図3は前記ガスタービン保護装置におけるブレードパス温度偏差大のインターロックロジック図である。また、図4はブレードパス温度偏差変化量とブレードパス温度偏差変化量大設定値との関係を示す説明図、図5は前記ブレードパス温度偏差変化量大インターロックロジックの動作説明図、図6は前記ブレードパス温度偏差大インターロックロジックの動作説明図である。

#### 【0029】

図1(a)及び図1(b)に示すように、ガスタービン1は、タービン本体3のタービンプレード(静翼、動翼)3a, 3bの入口(燃焼ガスの流れ方向の上流側)に複数個(図示例では14個)の燃焼器4を有し、タービンプレード3a, 3bの出口(燃焼ガスの流れ方向の下流側)に温度センサとして複数本(図示例では燃焼器個数と同数の14本)の熱電対5を有している。これらの熱電対5のブレードパス温度(以下、BPTと称する)計測信号はガスタービン保護装置7に入力される。

#### 【0030】

ガスタービン保護装置7では、詳細は後述するが、前記BPT計測信号に基づき、ガス

タービン保護信号としてBPT偏差変化量大自動停止信号、BPT偏差大自動停止信号、及び、BPT偏差大トリップ信号を出力する。ガスタービン保護装置7からBPT偏差変化量大自動停止信号又はBPT偏差大自動停止信号が出力された場合には、燃料供給装置6において燃焼器4への燃料供給量を徐々に低減して負荷を下げることで、タービン本体2を自動停止させる。また、ガスタービン保護装置7からBPT偏差大トリップ信号が出力された場合には、燃料供給装置6において燃焼器4への燃料供給量を瞬時に遮断することにより、タービン本体2をトリップ（緊急停止）させる。

#### 【0031】

燃焼器4は円環状に等間隔に配置されており、燃料供給装置6から供給される燃料を示さない圧縮機から供給される圧縮空気と混合して燃焼することにより燃焼ガスを発生する。そして、この各燃焼器4の燃焼ガスがタービンプレード入口からタービンプレード3a, 3b部に導入されてタービンプレード3a, 3b部を流れることにより、タービン本体2が回転する。その後、各燃焼器4の燃焼ガスはタービンプレード出口から排出されるが、このときのタービンプレード出口における燃焼ガス温度（BPT）が各熱電対4によって計測される。

#### 【0032】

熱電対5は、図1（b）に示すように燃焼器4の設置位置（周方向位置）に対応して、等間隔に円環状に配置されている。なお、各燃焼器4には、説明の便宜上、#1～#14の番号を付している。この場合、例えば#1の熱電対5と対応した位置の燃焼器4が異常になった場合、タービン本体2の回転方向が矢印B方向であるとする、スワール角度が例えば2.7個であれば、当該異常燃焼器4の燃焼ガス温度（BPT）の変化が、2個分ずれた位置に配置された#3の熱電対5のBPT計測値と、3個分ずれた位置に配置された#4の熱電対5のBPT計測値とに表れることになる。

#### 【0033】

そこで、ガスタービン保護装置7では、このことを利用してインターロックの誤作動を防止するため、図2及び図3に示すようなインターロックロジックを有している。ガスタービン保護装置7はコンピュータを備えており、図2に示すBPT偏差変化量大インターロックロジック及び図3に示すBPT偏差大インターロックロジックを前記コンピュータのソフトウェアとして有している。なお、必ずしもソフトウェアに限定するものではなく、ハードウェアで前記インターロックロジックを構成してもよい。

#### 【0034】

なお、図2及び図3に示すインターロックロジックは全ての熱電対5（BPT計測値）に対して設けられるが、図2及び図3では、そのうちの1つの熱電対5（BPT計測値）についてのみ図示し、他の熱電対5については図示を省略している。また、図2及び図3に示す#nは#1～#14の何れかの熱電対5を意味し、#n-1及び#n+1は#nの熱電対5に隣接する両側の熱電対5を意味している。例えば、図1（b）に示すように#nの熱電対4が#3の熱電対5である場合には#n-1と#n+1の熱電対5は#2と#4の熱電対5となり、#nの熱電対4が#14の熱電対5である場合には#n-1と#n+1の熱電対5は#13と#1の熱電対5となり、#nの熱電対4が#1の熱電対5である場合には#n-1と#n+1の熱電対5は#14と#2の熱電対5となる。

#### 【0035】

図2のBPT偏差変化量大インターロックロジックについて説明すると、ガスタービン保護装置7では、まず、温度偏差演算部11aにおいて、全ての熱電対5のBPT計測値の平均値と、#nの熱電対5のBPT計測値との差を演算して、#nの熱電対5の#nBPT偏差を求める。また、温度偏差演算部11bにおいて、前記平均値と、#n-1の熱電対5のBPT計測値との差を演算して、#n-1の熱電対5の#n-1BPT偏差を求める。温度偏差演算部11cにおいて、前記平均値と、#n+1の熱電対5のBPT計測値との差を演算して、#n+1の熱電対5の#n+1BPT偏差を求める。

#### 【0036】

次に、温度偏差変化量演算部12aにおいて、温度偏差演算部11aで演算した#nB

P T 偏差に基づき、# n の熱電対 5 の # n B P T 偏差変化量を演算する。また、温度偏差変化量演算部 12 b において、温度偏差演算部 11 b で演算した # n - 1 B P T 偏差に基づき、# n - 1 の熱電対 5 の # n - 1 B P T 偏差変化量を演算し、温度偏差変化量演算部 12 c において、温度偏差演算部 11 c で演算した # n + 1 B P T 偏差に基づき、# n + 1 の熱電対 5 の # n + 1 B P T 偏差変化量を演算する。

#### 【0037】

温度偏差変化量演算部 12 a, 12 b, 12 c は、むだ時間演算部 13 と減算部 14 とを有している。なお、むだ時間演算部 13 に示す  $e^{-LS}$  はむだ時間要素の伝達関数を表しており、L はむだ時間、s はラプラス演算子である。温度偏差変化量演算部 12 a において、むだ時間演算部 13 では温度偏差演算部 11 a で演算された # n B P T 偏差を順次記憶して 1 分後に出力し、減算部 14 では温度偏差演算部 11 a で演算された現在の # n B P T 偏差と、むだ時間演算部 13 から出力された # n B P T 偏差（即ち現在よりも 1 分前の # n B P T 偏差）との差を演算し、この演算結果を # n B P T 偏差変化量として出力する。温度偏差変化量演算部 12 b, 12 c においても、この温度偏差変化量演算部 12 a の場合と同様の処理を、温度偏差演算部 11 b, 11 c で演算された # n - 1 B P T 偏差及び # n + 1 B P T 偏差に対して行うことより、# n - 1 B P T 偏差変化量及び # n + 1 B P T 偏差変化量を演算して出力する。

#### 【0038】

次に、温度偏差変化量大判定部 15 では、温度偏差変化量演算部 12 a で演算された # n の熱電対 5 の # n B P T 偏差変化量と、B P T 偏差変化量大の設定値 H, L とを比較して、# n の熱電対 5 の # n B P T 偏差変化量が B P T 偏差変化量大設定値 H, L を越えたときに # n B P T 偏差変化量大の信号を出力する。

#### 【0039】

即ち、B P T 計測値は、燃焼器 4 の異常や熱電対 4 の異常によって、減少する場合と増加する場合とがあるため、図 4 に示すように温度偏差変化量大判定部 15 では、減少側の B P T 偏差変化量大設定値 L と、増加側の B P T 偏差変化量大設定値 H とを有しており、# n の熱電対 5 の B P T 計測値が上昇して # n B P T 偏差変化量が B P T 偏差変化量大設定値 H を越えたときや、前記 B P T 計測値が減少して # n B P T 偏差変化量が B P T 偏差変化量大設定値 L を越えたときに # n B P T 偏差変化量大信号を出力する（ON にする）。

#### 【0040】

次に、図 2 に示すように温度偏差変化量有判定部 16 a では、温度偏差変化量演算部 12 b で演算された # n - 1 の熱電対 5 の # n - 1 B P T 偏差変化量と、B P T 偏差変化量有の設定値 H, L とを比較して、# n - 1 の熱電対 5 の # n - 1 B P T 偏差変化量が B P T 偏差変化量有設定値 H, L を越えたときに # n - 1 B P T 偏差変化量有の信号を出力する。同様に、温度偏差変化量有判定部 16 b では、温度偏差変化量演算部 12 c で演算された # n + 1 の熱電対 5 の # n + 1 B P T 偏差変化量と、B P T 偏差変化量有の設定値 H, L とを比較して、# n + 1 の熱電対 5 の # n + 1 B P T 偏差変化量が B P T 偏差変化量有設定値 H, L を越えたときに # n + 1 B P T 偏差変化量有信号を出力する。

#### 【0041】

即ち、温度偏差変化量有判定部 16 a, 16 b においても、B P T 計測値の増減に対応して減少側の B P T 偏差変化量有設定値 L と、増加側の B P T 偏差変化量有設定値 H とを有しており、# n - 1 や # n + 1 の熱電対 5 の B P T 計測値が増加して # n - 1 B P T 偏差変化量や # n + 1 B P T 偏差変化量が B P T 偏差変化量有設定値 H を越えたときや、前記 B P T 計測値が減少して # n - 1 偏差変化量や # n + 1 B P T 偏差変化量が B P T 偏差変化量有設定値 L を越えたときに # n - 1 偏差変化量有信号や # n + 1 B P T 偏差変化量有信号を出力する（ON にする）。但し、燃焼器 4 が異常のときに B P T 偏差変化量大インターロックが作動しないことを防止するため、B P T 偏差変化量有設定値 H, L は B P T 偏差変化量大設定値 H, L よりも小さな値（絶対値の小さな値）に設定する。

#### 【0042】

そして、保護信号出力部（ロジック部）17では、#nの熱電対5の#n BPT偏差変化量がBPT偏差変化量大設定値H, Lを越えて温度偏差変化量大判定部15から#n BPT偏差変化量大信号が出力され、且つ、#nの熱電対5に隣接する両側の#n-1, #n+1の熱電対5の何れかのBPT偏差変化量（#n-1 BPT偏差変化量又は#n+1 BPT偏差変化量）がBPT偏差変化量有設定値H, Lを越えて温度偏差変化量有判定部16a, 16bからBPT偏差変化量有信号（#n-1 BPT偏差変化量有信号又は#n+1 BPT偏差変化量有信号）が出力されたとき、ガスタービン保護信号としてBPT偏差変化量大自動停止の信号を出力する。

#### 【0043】

また、保護信号出力部17では、#nの熱電対5の#n BPT偏差変化量がBPT偏差変化量大設定値H, Lを越えて温度偏差変化量大判定部15から#n BPT偏差変化量大信号が出力され、且つ、#nの熱電対5に隣接する両側の#n-1, #n+1の熱電対5の何れかが断線などの異常によりレンジオーバーとなったとき（熱電対5のBPT計測値が例えば0~800℃の計測レンジを越えて0℃以下又は800℃以上となったとき）にも、前記BPT偏差変化量大自動停止信号を出力する。更に、保護信号出力部17では、#n BPT偏差変化量大信号と、#n-1 BPT偏差変化量有信号及び#n+1 BPT偏差変化量有信号の出力タイミングのずれを防止するためにオフディレイタイマ部18a, 18bも有している。

#### 【0044】

詳述すると、温度偏差変化量大判定部15から出力された#n BPT偏差変化量大信号はオフディレイタイマ部18aに入力される。オフディレイタイマ部18aでは、温度偏差変化量大判定部15から出力された#n BPT偏差変化量大信号がOFFになっても、この#n BPT偏差変化量大信号のON状態を所定の遅延時間 $\Delta T1$ だけ保持することにより、#n BPT偏差変化量大信号がOFFになるタイミングを $\Delta T1$ 時間だけ遅延させる（図5参照：詳細後述）。

#### 【0045】

一方、ORロクジ（論理和）部19では、温度偏差変化量有判定部16aから#n-1 BPT偏差変化量有信号が出力されたとき、又は、#n-1の熱電対5がレンジオーバーになったと判断したときに出力信号がONとなる。ORロクジ部20では、温度偏差変化量有判定部16bから#n+1 BPT偏差変化量有信号が出力されたとき、又は、#n+1の熱電対5がレンジオーバーになったと判断したとき、出力信号がONとなる。ORロジック部21では、ORロジック部19の出力信号又はORロジック部20の出力信号がONになったとき、出力信号がONになる。このORロジック部21の出力信号はオフディレイタイマ部18bに入力される。

#### 【0046】

オフディレイタイマ部18bでは、ORロジック部21の出力信号がOFFになっても、この出力信号のON状態を所定の遅延時間 $\Delta T2$ だけ保持することにより、この出力信号がOFFになるタイミングを $\Delta T2$ 時間だけ遅延させる。即ち、オフディレイタイマ部18bによって、#n-1 BPT偏差変化量有信号及び#n+1 BPT偏差変化量有信号がOFFになるタイミングを $\Delta T2$ 時間だけ遅延させることができる。

#### 【0047】

そして、ANDロジック（論理積）部22では、オフディレイタイマ部18aの出力信号がONになり、且つ、オフディレイタイマ部18bの出力信号がONになったときに#n BPT偏差変化量大自動停止信号を出力（ON）する。#nの熱電対5以外の熱電対5に関しても、この#nの熱電対5の場合と同様のBPT偏差変化量大インターロックロジックによってBPT偏差変化量大自動停止信号が出力される。ORロジック部23では、これら#1~#14の熱電対5のBPT偏差変化量大自動停止信号の何れかが出力されたときにBPT偏差変化量大自動停止信号を出力する。

#### 【0048】

ここで、図5に基づき、オフディレイタイマ部の機能などについて更に具体例を挙げて

説明する。図5において、aは#1～#14の熱電対5のBPT計測値の平均値、bは#nの熱電対5のBPT計測値、cは#n+1の熱電対5のBPT計測値である。

#### 【0049】

燃焼器4の異常による燃焼ガス温度の低下によってBPT計測値bとBPT計測値cとが図示ように減少した場合、温度偏差変化量大判定部15から出力される#nBPT偏差変化量大信号は、BPT計測値bが減少し始めて#nBPT偏差変化量がBPT偏差変化量大設定値Lを越えた時点T1においてONとなり、BPT計測値bが減少しなくなって#nBPT偏差変化量がBPT偏差変化量大設定値Lを越えなくなった時点T2においてOFFとなる一方、温度偏差変化量有判定部16bから出力される#n+1BPT偏差変化量有信号は、BPT計測値cが減少し始めて#n+1BPT偏差変化量がBPT偏差変化量有設定値Lを越えた時点T3においてONとなり、BPT計測値cが減少しなくなって#n+1BPT偏差変化量がBPT偏差変化量有設定値Lを越えなくなった時点T5においてOFFとなる。

#### 【0050】

従って、このような場合、ここまでは#nBPT偏差変化量大信号と#n+1BPT偏差変化量有信号とが同時にON状態とならないため、#nBPT偏差変化量大自動停止信号が出力されずにBPT偏差変化量大自動停止信号が出力されないため、タービン本体2を保護することができなくなってしまう。そこで、#nBPT偏差変化量大信号はオフディレイタイマ部18aで $\Delta T1$ 時間だけ遅延させて時刻T4にOFFとなるようにしており、このことによって両信号の出力タイミングのずれが防止されて両信号はT3～T4までの間では同時にON状態となるため、#nBPT偏差変化量大自動停止信号が出力されてBPT偏差変化量大自動停止信号が出力される。

#### 【0051】

なお、#n+1BPT偏差変化量有信号も、オフディレイタイマ部18bで $\Delta T2$ 時間だけ遅延させて時刻T6にOFFとなるようにしているが、これは図示例のような場合だけでなく、#n+1偏差変化量有信号が#nBPT偏差変化量大信号よりも先に出力される可能性もあるためである。即ち、#nBPT偏差変化量大信号と#n+1BPT偏差変化量有信号の両方に対してオフディレイタイマ部18a、18bによる遅延処理を行う必要である。遅延時間 $\Delta T1$ 、 $\Delta T2$ の具体的な値は試験などによって適宜設定することができる。

#### 【0052】

図3のBPT偏差変化量大インターロックロジックについて説明すると、ガスタービン保護装置7では、まず、温度偏差演算部11aにおいて、全ての熱電対5のBPT計測値の平均値と、#nの熱電対5のBPT計測値との差を演算して、#nの熱電対5の#nBPT偏差を求める。また、温度偏差演算部11bにおいて、前記平均値と、#n-1の熱電対5のBPT計測値との差を演算して、#n-1の熱電対5の#n-1BPT偏差を求め、温度偏差演算部11cにおいて、前記平均値と、#n+1の熱電対5のBPT計測値との差を演算して、#n+1の熱電対5の#n+1BPT偏差を求める。

#### 【0053】

次に、温度偏差大判定部31では、温度偏差演算部11aで演算された#nの熱電対5の#nBPT偏差と、BPT偏差変化量有の設定値H、Lとを比較して、#nの熱電対5の#nBPT偏差がBPT偏差変化量有設定値H、Lを越えたときに#nBPT偏差変化量大の信号を出力する。なお、温度偏差大判定部31では、BPT計測値の増減に応じて減少側のBPT偏差大設定値Lと、増加側のBPT偏差大設定値Hとを有しており、#nの熱電対5のBPT計測値が上昇して#nBPT偏差がBPT偏差大設定値Hを越えたときや、前記BPT計測値が減少して#nBPT偏差がBPT偏差大設定値Lを越えたときに#nBPT偏差信号を出力する（ONにする）。

#### 【0054】

次に、温度偏差有判定部32aでは、温度偏差演算部11bで演算された#n-1の熱電対5の#n-1BPT偏差と、BPT偏差有の設定値H、Lとを比較して、#n-1の



熱電対 5 の #  $n-1$  BPT 偏差が BPT 偏差有設定値  $H$ ,  $L$  を越えたときに #  $n-1$  BPT 偏差有の信号を出力する。同様に、温度偏差有判定部 32b では、温度偏差演算部 11c で演算された #  $n+1$  の熱電対 5 の #  $n+1$  BPT 偏差と、BPT 偏差有の設定値  $H$ ,  $L$  とを比較して、#  $n+1$  の熱電対 5 の #  $n+1$  BPT 偏差が BPT 偏差有設定値  $H$ ,  $L$  を越えたときに #  $n+1$  BPT 偏差変化量有信号を出力する。

**【0055】**

なお、温度偏差有判定部 32a, 32b においても、BPT 計測値の増減に対応して減少側の BPT 偏差有設定値  $L$  と、増加側の BPT 偏差有設定値  $H$  とを有しており、#  $n-1$  や #  $n+1$  の熱電対 5 の BPT 計測値が増加して #  $n-1$  BPT 偏差や #  $n+1$  BPT 偏差が BPT 偏差有設定値  $H$  を越えたときや、前記 BPT 計測値が減少して #  $n-1$  偏差や #  $n+1$  BPT 偏差が BPT 偏差有設定値  $L$  を越えたときに #  $n-1$  偏差有信号や #  $n+1$  BPT 偏差有信号を出力する (ON にする)。但し、燃焼器 4 が異常のときに BPT 偏差大インターロックが作動しないことを防止するため、BPT 偏差有設定値  $H$ ,  $L$  は BPT 偏差大設定値  $H$ ,  $L$  よりも小さな値 (絶対値の小さな値) に設定する。

**【0056】**

そして、保護信号出力部 (ロジック部) 33 では、#  $n$  の熱電対 5 の #  $n$  BPT 偏差が BPT 偏差大設定値  $H$ ,  $L$  を越えて温度偏差大判定部 31 から #  $n$  BPT 偏差大信号が出力され、且つ、#  $n$  の熱電対 5 に隣接する両側の #  $n-1$ , #  $n+1$  の熱電対 5 の何れかの BPT 偏差 (#  $n-1$  BPT 偏差又は #  $n+1$  BPT 偏差) が BPT 偏差有設定値  $H$ ,  $L$  を越えて温度偏差有判定部 32a, 32b から BPT 偏差有信号 (#  $n-1$  BPT 偏差有信号又は #  $n+1$  BPT 偏差有信号) が出力されたとき、ガスタービン保護信号として BPT 偏差大自動停止又はトリップ (図 6 参照: 詳細後述) の信号を出力する。

**【0057】**

また、保護信号出力部 33 では、#  $n$  の熱電対 5 の #  $n$  BPT 偏差が BPT 偏差大設定値  $H$ ,  $L$  を越えて温度偏差大判定部 31 から #  $n$  BPT 偏差大信号が出力され、且つ、#  $n$  の熱電対 5 に隣接する両側の #  $n-1$ , #  $n+1$  の熱電対 5 何れかが断線などの異常によりレンジオーバーとなったとき (熱電対 5 の BPT 計測値が例えば  $0 \sim 800^\circ\text{C}$  の計測レンジを越えて  $0^\circ\text{C}$  以下又は  $800^\circ\text{C}$  以上となったとき) にも、前記 BPT 偏差大自動停止又はトリップ信号を出力する。

**【0058】**

また、保護信号出力部 33 では、#  $n$  の熱電対 5 の #  $n$  BPT 偏差が BPT 偏差大設定値  $H$ ,  $L$  を越えて温度偏差大判定部 31 から #  $n$  BPT 偏差大信号が出力され、且つ、#  $n$  の熱電対 5 に隣接する両側の #  $n-1$ , #  $n+1$  の熱電対 5 の何れかの BPT 偏差変化量 (#  $n-1$  BPT 偏差変化量又は #  $n-1$  BPT 偏差変化量) が BPT 偏差変化量有設定値  $H$ ,  $L$  を越えて図 2 の温度偏差変化量有判定部 16a, 16b から BPT 偏差変化量有信号 (#  $n-1$  BPT 偏差変化量有信号又は #  $n+1$  BPT 偏差変化量有信号) が出力されたときにも、前記前記 BPT 偏差大自動停止又はトリップ信号を出力する。更に、保護信号出力部 33 では、#  $n$  BPT 偏差大信号に対する #  $n-1$  BPT 偏差変化量有信号及び #  $n+1$  BPT 偏差変化量有信号の出力タイミングのずれを防止するためにオフディレイタイマ部 34a, 34b も有している。

**【0059】**

詳述すると、図 3 に示すように、#  $n-1$  BPT 偏差有大信号はオフディレイタイマ部 34a に入力される。オフディレイタイマ部 34a では、温度偏差変化量有判定部 16a から出力された #  $n-1$  BPT 偏差変化量有信号が OFF になっても、この #  $n-1$  BPT 偏差変化量有信号の ON 状態を所定の遅延時間  $\Delta T11$  だけ保持することにより、#  $n-1$  BPT 偏差変化量有信号が OFF になるタイミングを  $\Delta T11$  時間だけ遅延させる。また、#  $n+1$  BPT 偏差有大信号はオフディレイタイマ部 34b に入力される。オフディレイタイマ部 34b では、温度偏差変化量有判定部 16b から出力された #  $n+1$  BPT 偏差変化量有信号が OFF になっても、この #  $n+1$  BPT 偏差変化量有信号の ON 状態を所定の遅延時間  $\Delta T12$  だけ保持することにより、#  $n+1$  BPT 偏差変化量有信号



がOFFになるタイミングを $\Delta T12$ 時間だけ遅延させる。遅延時間 $\Delta T11$ 、 $\Delta T12$ の具体的な値は試験などによって適宜設定することができる。

**【0060】**

ORロクジ部35では、温度偏差有判定部32aから#n-1BPT偏差有信号が出力されたとき、オフディレイタイマ部34aの出力信号(#n-1BPT偏差変化量有信号)がONのとき、又は、#n-1の熱電対5がレンジオーバーになったと判断したときに出力信号がONとなる。ORロクジ部36では、温度偏差有判定部32bから#n+1BPT偏差有信号が出力されたとき、オフディレイタイマ部34bの出力信号(#n+1BPT偏差変化量有信号)がONのとき、又は、#n+1の熱電対5がレンジオーバーになったと判断したときに出力信号がONとなる。ORロジック部37では、ORロジック部35の出力信号がON、又は、ORロジック部36の出力信号がONとなったときに出力信号がONとなる。

**【0061】**

ANDロジック部38では、温度偏差大判定部31から#nBPT偏差大信号が出力され、且つ、ORロジック部37の出力信号がONになったときに#nBPT偏差大信号自動停止又はトリップ信号を出力(ON)する。#nの熱電対5以外の熱電対5に関しても、この#nの熱電対5の場合と同様のBPT偏差大インターロックロジックによってBPT偏差自動停止又はトリップ信号が出力される。ORロジック部39では、これら#1~#14の熱電対5のBPT偏差大自動停止又はトリップ信号の何れかが出力されたときにBPT偏差大自動停止又はトリップ信号を出力する。

**【0062】**

ここで、図6に基づき、BPT偏差大自動停止信号とBPT偏差大トリップ信号の相違などについて具体例を挙げて説明する。図6において、aは#1~#14の熱電対5のBPT計測値の平均値、bは#nの熱電対5のBPT計測値、c1、c2は#n+1の熱電対5のBPT計測値であって、平均値aよりも高い場合と低い場合である。

**【0063】**

燃焼器4の異常による燃焼ガス温度の低下によってBPT計測値bが図示ように減少した場合、温度偏差大判定部31から出力される#nBPT偏差大信号は、BPT計測値bが減少して#nBPT偏差が、自動停止用のBPT偏差大設定値Lを越えた時点T12で自動停止用の#nBPT偏差大信号がONとなり、更にBPT計測値bが減少して#nBPT偏差が、トリップ用のBPT偏差大設定値Lを越えた時点T14でトリップ用の#nBPT偏差大信号がONとなる。

**【0064】**

つまり、BPT偏差大設定値H、Lは、何れも値(絶対値)の小さな自動停止用と、値(絶対値)の大きなトリップ用の2つが設定されている。そして、図3に示すBPT偏差大インターロックロジックは自動停止用のBPT偏差設定値H、Lに関するものと、トリップ用のBPT偏差設定値H、Lに関するものの2つがあり、前者のインターロックロジックでは#nBPT偏差大自動停止信号が出力されてBPT偏差大自動停止信号が出力され、後者のインターロックロジックでは#nBPT偏差大トリップ信号が出力されてBPT偏差大トリップ信号が出力される。しかし、これらは同じロジック構成のものであるため、図3では、説明の便宜上、1つのインターロックロジックだけを図示している。

**【0065】**

図6について更に説明すると、BPT計測値c1が図示のように低下した場合、温度偏差有判定部32bから出力される#n+1BPT偏差有信号は、BPT計測値c1が減少して#n+1BPT偏差がBPT偏差有設定値Lを越えた時点T13でONとなる。従って、T13では自動停止用の#nBPT偏差大信号と#n+1BPT偏差有信号とがONになって自動停止用の#n偏差大信号が出力され、T14ではトリップ用の#nBPT偏差大信号と#n+1BPT偏差有信号とがONになってトリップ用の#n偏差大信号が出力される。

**【0066】**

また、例えば#n+1の熱電対5の計測値がc2のように平均値aよりも高いような場合には、BPT計測値c2が減少して#n+1BPT偏差が、BPT偏差有設定値Lを越える(#n+1BPT偏差有信号がONになる)までに時間がかかる(T15の時点)。従って、これだけでは#nBPT偏差大自動停止信号や#nBPT偏差大トリップ信号の出力が遅れてしまう。これに対し、#n+1BPT偏差変化量有信号は、BPT計測値c2が減少して#n+1BPT偏差変化量がBPT偏差変化量有設定値Lを越えた時点T11でONとなる。このため、早期に#nBPT偏差大自動停止信号や#nBPT偏差大トリップ信号を出力することができる。

#### 【0067】

また、#n+1偏差変化量有信号がOFFになる時点は、BPT計測値c2が減少しなくなって#n+1BPT偏差変化量がBPT偏差変化量有設定値Lを越えなくなった時点T16ではなく、オフディレイタイマ部34bによりT17時点まで遅延時間 $\Delta T12$ だけ遅延される。従って、図示は省略するが、例えばT14時点よりも少し手前で#n+1BPT偏差変化量がBPT偏差変化量有設定値Lを越えなくなるようなことがあっても、T14時点以降まで#n+1BPT偏差変化量有信号のON状態を維持することができるため、確実にT14時点で#nBPT偏差大トリップ信号を出力することができる。

#### 【0068】

以上のように、本実施の形態のガスタービン保護装置によれば、何れかの熱電対5のBPT偏差変化量がBPT偏差変化量大設定値H, Lを越えて温度偏差変化量大判定部15からBPT偏差変化量大信号が出力され、且つ、前記何れかの熱電対5に隣接する両側の熱電対5の何れかのBPT偏差変化量がBPT偏差変化量有設定値H, Lを越えて温度偏差変化量有判定部16a, 16bからBPT偏差変化量有信号が出力されたとき、BPT偏差変化量大自動停止信号を出力するため、熱電対5を増やすことなく、熱電対5が異常になったときに誤ってBPT偏差変化量大自動停止信号を出力するのを防止することができる、燃焼器4が異常になったときにのみBPT偏差変化量大自動停止信号を出力してタービン本体2を保護することができる。このため、安定してガスタービン1を運転することが可能となる。

#### 【0069】

また、本実施の形態のガスタービン保護装置によれば、温度偏差変化量大判定部15から出力されるBPT偏差変化量大信号がOFFする時間を遅延させるオフディレイタイマ部18aと、温度偏差変化量有判定部16a, 16bから出力されるBPT偏差変化量有信号がOFFする時間を遅延させるオフディレイタイマ部18bとを有するため、このフディレイタイマ部18a, 18bによってBPT偏差変化量大信号とBPT偏差変化量有信号の出力タイミングのずれを防止することができ、確実にBPT偏差変化量大自動停止信号を出力することができる。

#### 【0070】

また、本実施の形態のガスタービン保護装置によれば、何れかの熱電対5のBPT偏差変化量がBPT偏差変化量大設定値H, Lを越えて温度偏差変化量大判定部15からBPT偏差変化量大信号が出力され、且つ、前記何れかの熱電対5に隣接する両側の熱電対5の何れかがレンジオーバーとなったときにも、BPT偏差変化量大自動停止信号を出力するため、前記両側の熱電対5が異常でレンジオーバーになって判定不能になったときにも、ガスタービン保護信号を出力することができる。

#### 【0071】

また、本実施の形態のガスタービン保護装置によれば、何れかの熱電対5のBPT偏差がBPT偏差大設定値H, Lを越えて温度偏差大判定部31からBPT偏差大信号が出力され、且つ、前記何れかの熱電対5に隣接する両側の熱電対5の何れかのBPT偏差がBPT偏差有設定値H, Lを越えて温度偏差有判定部32a, 32bからBPT偏差有信号が出力されたとき、BPT偏差大自動停止又はトリップ信号を出力するため、熱電対5を増やすことなく、熱電対5が異常になったときに誤ってBPT偏差大自動停止又はトリップ信号を出力するのを防止することができ、燃焼器4が異常になったときにのみBPT偏

差大自動停止又はトリップ信号を出力してタービン本体2を保護することができる。このため、安定してガスタービン1を運転することができる。

【0072】

また、本実施の形態のガスタービン保護装置によれば、何れかの熱電対5のBPT偏差がBPT偏差大設定値H、Lを越えて温度偏差大判定部31からBPT偏差大信号が出力され、且つ、前記何れかの熱電対5に隣接する両側の熱電対5の何れかのBPT偏差変化量がBPT偏差変化量有設定値H、Lを越えて温度偏差変化量有判定部32a、32bからBPT偏差変化量有信号が出力されたときにも、BPT偏差大自動停止又はトリップ信号を出力するため、例えば前記隣接する両側の熱電対5のBPT計測値が平均値よりも高いような場合であっても、早期にBPT偏差大自動停止又はトリップ信号を出力することができる。

【0073】

また、本実施の形態のガスタービン保護装置によれば、温度偏差変化量有判定部16a、16bから出力されるBPT偏差変化量有信号がOFFする時間を遅延させるオフディレイタイマ部34a、34bを有するため、このオフディレイタイマ部34a、34bによってBPT偏差大信号に対するBPT偏差変化量有信号の出力タイミングのずれを防止することができ、確実にBPT偏差大自動停止又はトリップ信号を出力することができる。

【0074】

また、本実施の形態のガスタービン保護装置によれば、何れかの熱電対5のBPT偏差がBPT偏差大設定値H、Lを越えて温度偏差大判定部31からBPT偏差大信号が出力され、且つ、前記何れかの熱電対5に隣接する両側の熱電対5の何れかがレンジオーバーとなったときにも、BPT偏差大自動停止又はトリップ信号を出力するため、前記両側の熱電対5が異常でレンジオーバーになって判定不能になったときにも、BPT偏差大自動停止又はトリップ信号を出力することができる。

【0075】

なお、本発明は必ずしも熱電対をBPT計測に用いた場合に限るものではなく、仮に他の種類の温度センサをBPT計測に用いた場合にも適用することができるが、特に、熱電対のようにレンジオーバーになるだけでなく、保護管の削れや絶縁不良などにより、計測レンジ内で計測値が異常に変化する可能性のある温度センサ、即ち、異常と判断しにくい異常が生じる可能性のある温度センサに適用することが有効である。

【産業上の利用可能性】

【0076】

本発明はガスタービン保護装置に関するものであり、温度センサの異常による誤作動を防止し、燃焼器の異常時にのみガスタービン保護信号を出力して確実にタービン本体の保護を行う場合に適用して有用なものである。

【図面の簡単な説明】

【0077】

【図1】(a)は本発明の実施の形態に係るガスタービン保護装置を備えたガスタービンの概要図、(b)は燃焼器と熱電対の位置関係を示す説明図((a)のA方向矢視図)である。

【図2】前記ガスタービン保護装置におけるブレードパス温度偏差変化量大のインターロックロジック図である。

【図3】前記ガスタービン保護装置におけるブレードパス温度偏差大のインターロックロジック図である。

【図4】ブレードパス温度偏差変化量とブレードパス温度偏差変化量大設定値との関係を示す説明図である。

【図5】前記ブレードパス温度偏差変化量大インターロックロジックの動作説明図である。

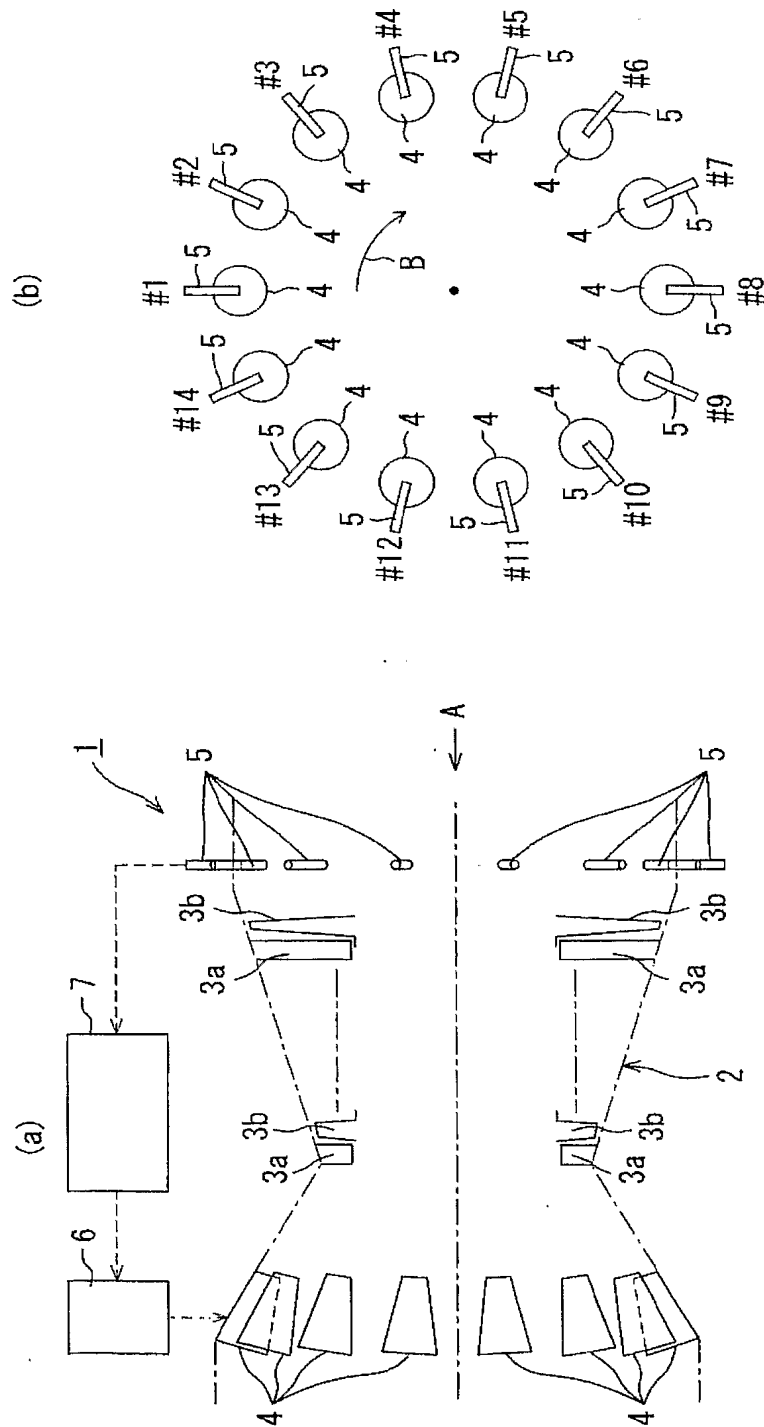
【図6】前記ブレードパス温度偏差大インターロックロジックの動作説明図である。

## 【符号の説明】

## 【 0 0 7 8 】

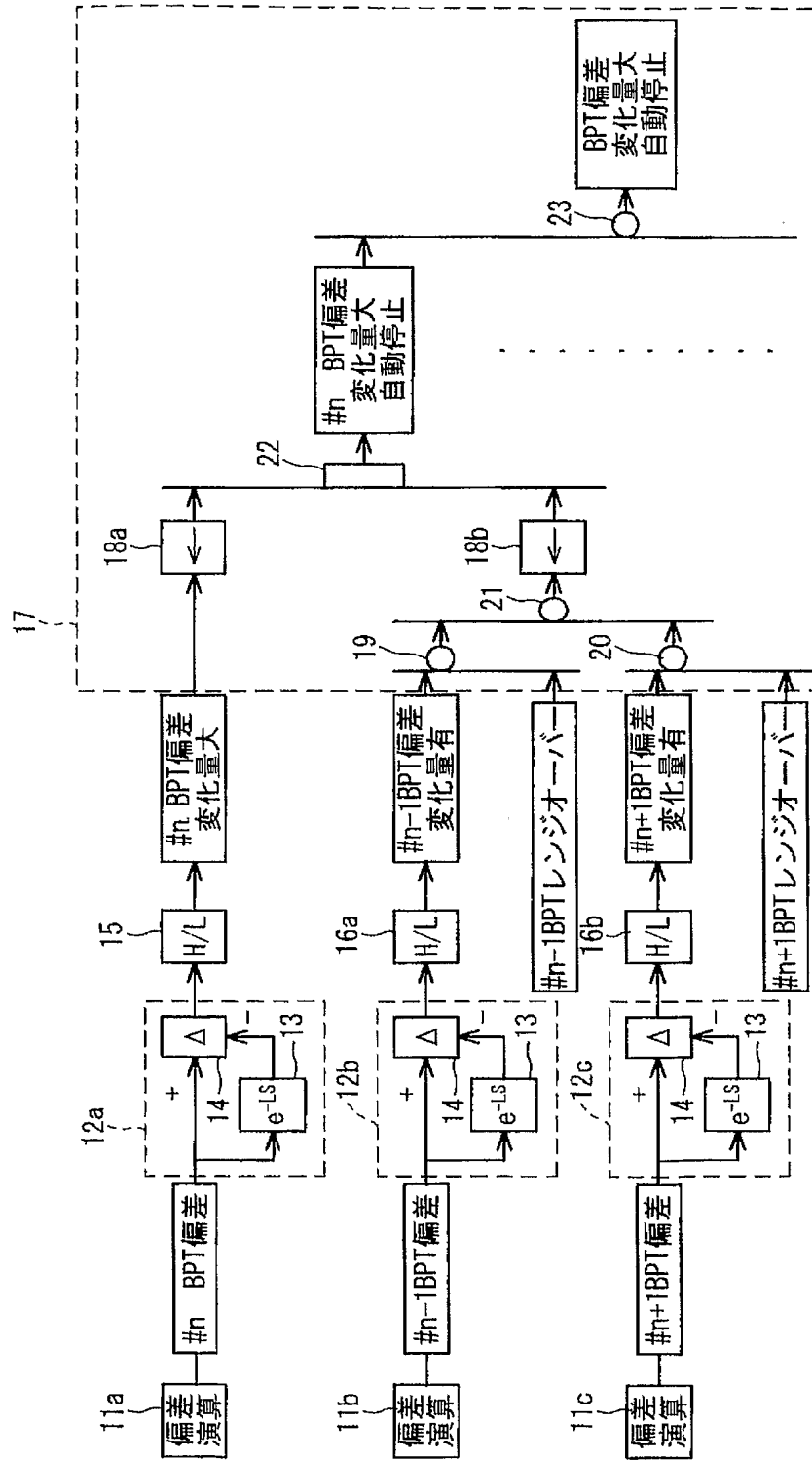
- 1 ガスタービン
- 2 タービン本体
- 3 a タービンブレード (静翼)
- 3 b タービンブレード (動翼)
- 4 燃焼器
- 5 熱電対
- 6 ガスタービン保護装置
- 7 燃料供給装置
- 1 1 a, 1 1 b, 1 1 c 温度偏差演算部
- 1 2 a, 1 2 b, 1 2 c 温度偏差変化量演算部
- 1 3 むだ時間演算部
- 1 4 減算部
- 1 5 温度偏差変化量大判定部
- 1 6 a, 1 6 b 温度偏差変化量有判定部
- 1 7 保護信号出力部
- 1 8 a, 1 8 b オフディレイタイマ部
- 1 9, 2 0, 2 1 O R ロジック部
- 2 2 A N D ロジック部
- 2 3 O R ロジック部
- 3 1 温度偏差大判定部
- 3 2 a, 3 2 b 温度偏差有判定部
- 3 3 保護信号出力部
- 3 4 a, 3 4 b オフディレイタイマ部
- 3 5, 3 6, 3 7 O R ロジック部
- 3 8 A N D ロジック部
- 3 9 O R ロジック部

【書類名】 図面  
【図 1】



- 1 ガスタービン
- 2 タービン本体
- 3a タービンブレード(静翼)
- 3b タービンブレード(動翼)
- 4 燃焼器
- 5 熱電対
- 6 ガスタービン保護装置
- 7 燃料供給装置

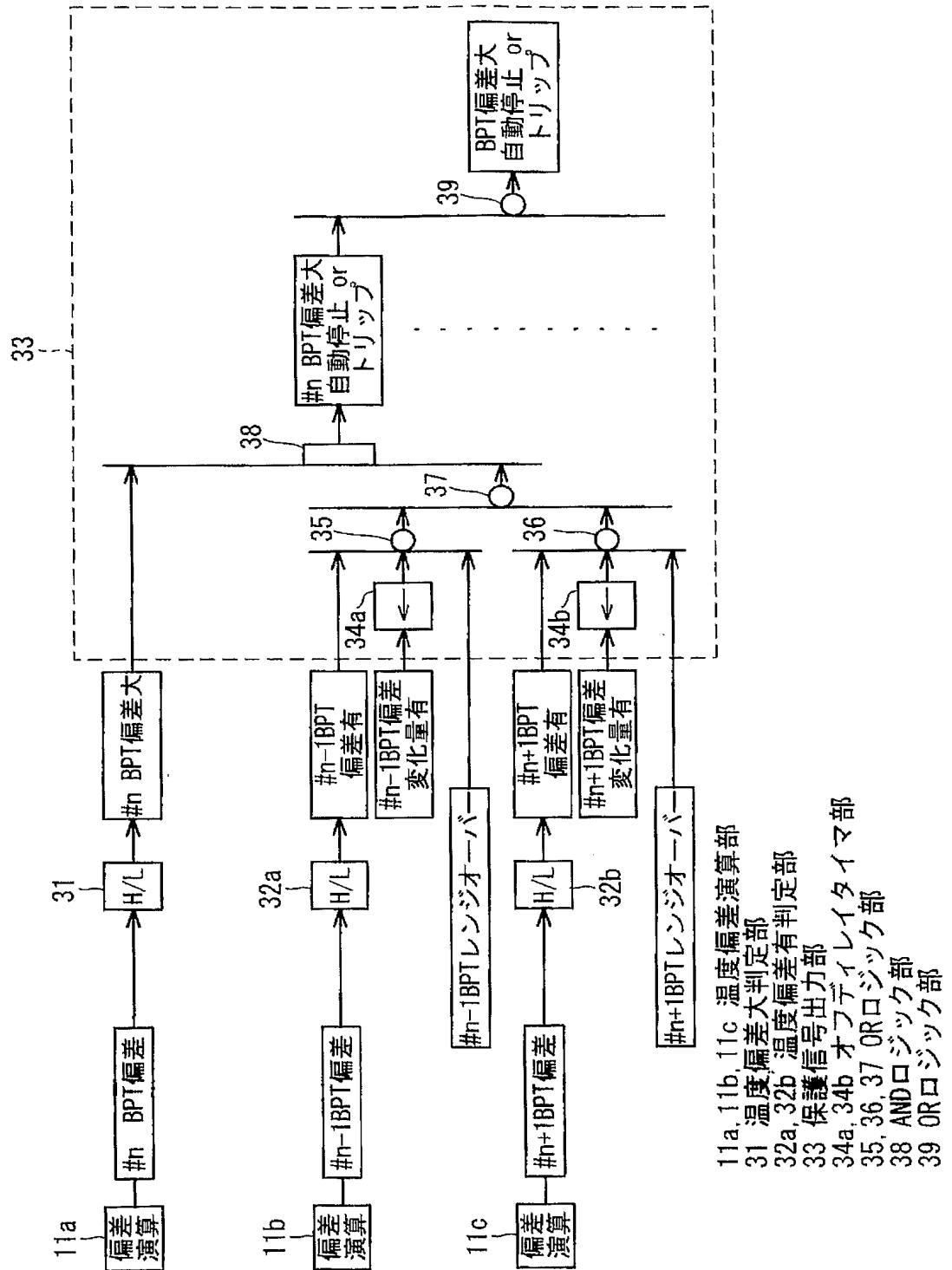
【図 2】



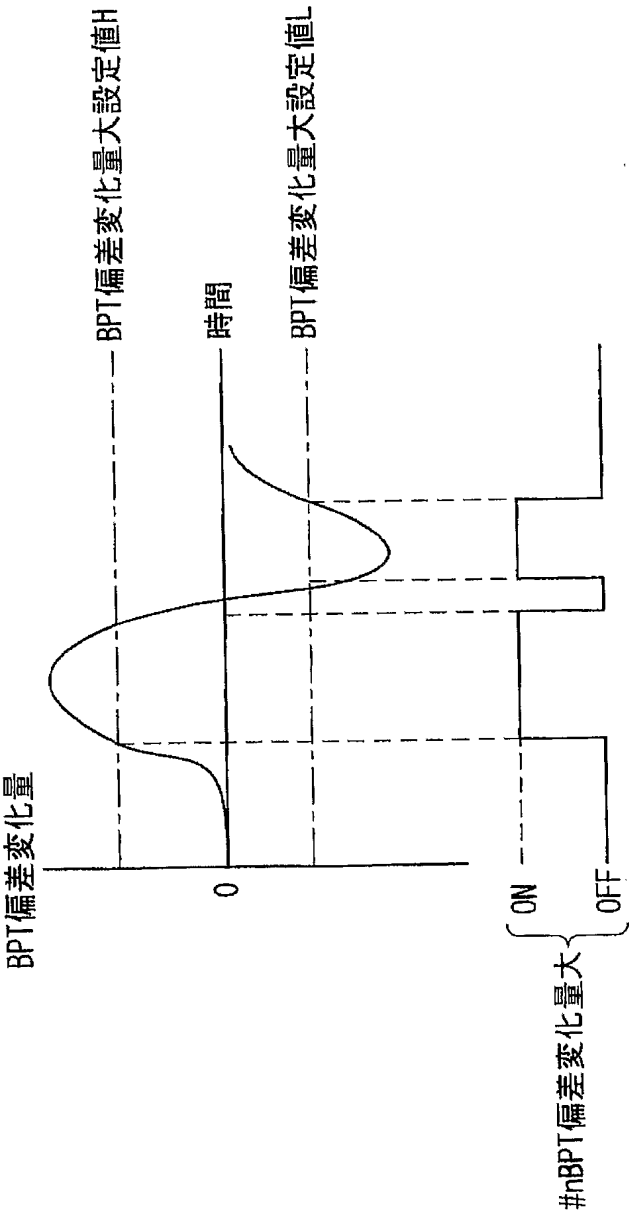
17 保護信号出力部  
18a, 18b オフデレイタイマ部  
19, 20, 21 ORロジック部  
22 ANDロジック部  
23 ORロジック部

11a, 11b, 11c 温度偏差演算部  
12a, 12b, 12c 温度偏差変化量演算部  
13 むだ時間演算部  
14 減算部  
15 温度偏差変化量大判定部  
16a, 16b 温度偏差変化量有判定部

【図 3】

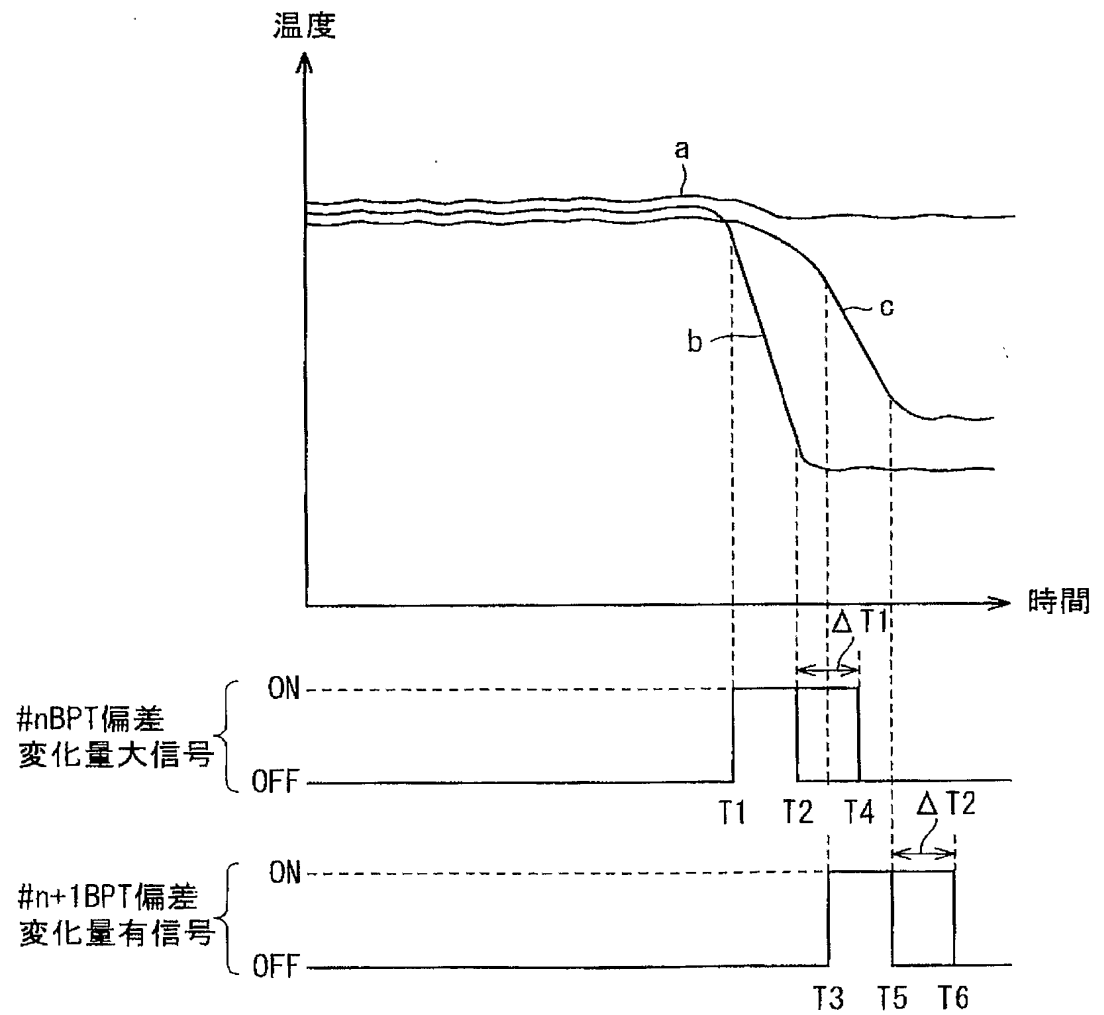


【図 4】

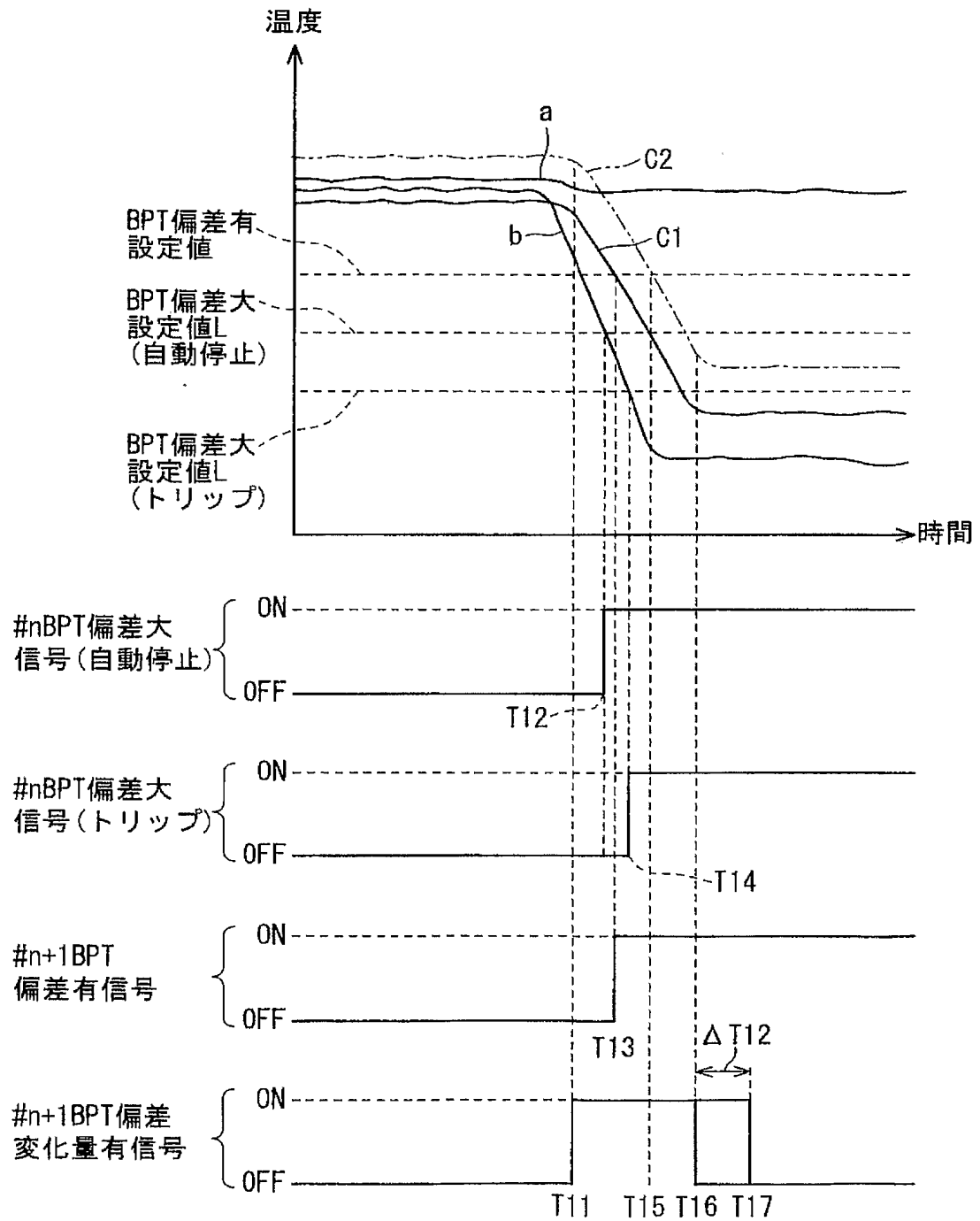




【図 5】



【図 6】



**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** 熱電対など温度センサの個数を増やすことなく、燃焼器が異常のときにのみガスタービン保護信号を出力することができるガスタービン保護装置を提供する。

**【解決手段】** 何れかの熱電対のBPT偏差変化量がBPT偏差変化量大設定値を越えて判定部15からBPT偏差変化量大信号が出力され、且つ、前記熱電対に隣接する両側の熱電対の何れかのBPT偏差変化量がBPT偏差変化量有設定値を越えて判定部16a, 16bからBPT偏差変化量有信号が出力されたとき、BPT偏差変化量大自動停止信号を出力する構成とする。或いは、何れかの熱電対のBPT偏差がBPT偏差大設定値を越えて判定部からBPT偏差大信号が出力され、且つ、前記熱電対に隣接する両側の熱電対の何れかのBPT偏差がBPT偏差有設定値を越えて判定部からBPT偏差有信号が出力されたとき、BPT偏差大自動停止又はトリップ信号を出力する。

**【選択図】** 図2

特願 2 0 0 3 - 4 0 2 4 7 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 2 0 8 ]

1. 変更年月日

2 0 0 3 年 5 月 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号

氏 名

三菱重工業株式会社